



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: Akihiko OTOGURO, et al.

Serial No.: 10/603,077

ATTN: BOX MISSING PARTS

Filed: June 25, 2003

P.T.O. Confirmation No.: 1877

For: METHOD OF MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE AND  
METHOD OF FORMING PATTERN

**CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**

Commissioner for Patents  
P. O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450  
Sir:

October 23, 2003

The benefit of the filing dates of the following prior foreign applications are hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

**Japanese Appln. No. 2002-190666, filed on June 28, 2002;**

**Japanese Appln. No. 2002-245798, filed on August 26, 2002 and**


**Japanese Appln. No. 2003-157397, filed on June 2, 2003**

In support of these claims, the requisite certified copies of said original foreign applications are filed herewith.

It is requested that the file of these application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copies.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 50-2866.

Respectfully submitted,  
WESTERMAN, HATTORI, DANIELS & ADRIAN, LLP

  
Stephen G. Adrian  
Reg. No. 32,878

Atty. Docket No.: 030757  
1250 Connecticut Ave, N.W., Suite 700  
Washington, D.C. 20036  
Tel: (202) 822-1100  
Fax: (202) 822-1111  
SGA/ll

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 6月28日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-190666

[ ST.10/C ]:

[ JP 2002-190666 ]

出 願 人

Applicant(s):

富士通株式会社

2003年 6月 5日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎

出証番号 出証特2003-3043887

【書類名】 特許願

【整理番号】 0240860

【提出日】 平成14年 6月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G03F 7/26  
H01L 21/027

【発明の名称】 パターンの形成方法及び半導体装置の製造方法

【請求項の数】 10

【発明者】  
【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 乙黒 昭彦

【発明者】  
【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 武智 敏

【特許出願人】  
【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】  
【識別番号】 100107515

【弁理士】  
【氏名又は名称】 廣田 浩一

【電話番号】 03-5304-1471

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 124292

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0115800

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 パターンの形成方法及び半導体装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に形成したパターン形成用積層膜を用いたパターンの形成方法であって、該パターン形成用積層膜が内層及び表層を有してなり、該パターン形成用積層膜下の層の消光係数  $k$  が 0.3 以上であり、前記内層の消光係数  $k$  が 0.12 以上であることを特徴とするパターンの形成方法。

【請求項 2】 基板上に形成したパターン形成用積層膜を用いたパターンの形成方法であって、該パターン形成用積層膜が最内層、内層及び表層を有してなり、前記最内層の消光係数  $k$  が 0.3 以上であり、前記内層の消光係数  $k$  が 0.12 以上であることを特徴とするパターンの形成方法。

【請求項 3】 内層の厚みが 0.08～0.12  $\mu\text{m}$  である請求項 1 又は 2 に記載のパターンの形成方法。

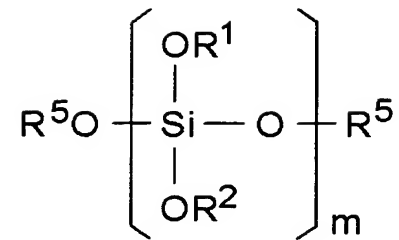
【請求項 4】 基板上に形成したパターン形成用積層膜を用いたパターンの形成方法であって、該パターン形成用積層膜が内層及び表層を有してなり、該パターン形成用積層膜下の層の消光係数  $k$  が 0.3 未満であり、前記内層の消光係数  $k$  が 0.18 以上であることを特徴とするパターンの形成方法。

【請求項 5】 基板上に形成したパターン形成用積層膜を用いたパターンの形成方法であって、該パターン形成用積層膜が最内層、内層及び表層を有してなり、前記最内層の消光係数  $k$  が 0.3 未満であり、前記内層の消光係数  $k$  が 0.18 以上であることを特徴とするパターンの形成方法。

【請求項 6】 内層の厚みが 0.08～0.10  $\mu\text{m}$  である請求項 4 又は 5 に記載のパターンの形成方法。

【請求項 7】 基板上に形成したパターン形成用積層膜を用いたパターンの形成方法であって、該パターン形成用積層膜が内層及び表層を有してなり、該内層が下記式で表されるポリシロキサン化合物で形成されたことを特徴とするパターンの形成方法。

【化 1】



前記式中、 $\text{R}^1$  及び  $\text{R}^2$  は、水素原子又は光吸収性基を表し、一分子中、全部が該光吸収性基であってもよいし、一部が該光吸収性基であってもよい。 $\text{R}^5$  は、水素原子又は置換基を表す。 $m$  は、重合度を表す。

【請求項 8】 内層が最内層を含む 2 層構造である請求項 7 に記載のパターンの形成方法。

【請求項 9】 表層が A r F レジストで形成された請求項 1 から 8 のいずれかに記載のパターンの形成方法。

【請求項 10】 請求項 1 から 9 のいずれかに記載のパターンの形成方法によりパターンを形成することを少なくとも含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体装置における配線パターン等の形成に好適なパターンの形成方法、及び該パターンの形成方法を用いた半導体装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近時、高集積化、高速化等の観点から半導体集積回路の製造に当たっては、配線の微細化、多層化等が進められている。該半導体装置においては、微細化による配線抵抗の増加防止のため、配線が高アスペクト比化する傾向にある。高アスペクト比な配線が多層化されると、基板上の段差が大きくなる。しかしながら、このような大きな段差を有する基板の場合、微細なレジストパターンを形成することができない。

## 【0003】

ジャーナル オブ バキューム サイエンス テクノロジー (Journal of vacuum Science Technology) 第16巻第6号1620~1624頁 (1979年11月/12月) には、大きな段差を有する基板上に微細なレジストパターンを形成可能な三層レジスト法が開示されている。該三層レジスト法においては、まず、基板に形成された下地金属層上に熱硬化性樹脂が塗布・硬化されて最内層が形成される。該基板上における段差が該最内層により平坦化される。次に、該最内層上に、スパッタリング法により酸素プラズマエッチング耐性を示す  $\text{SiO}_2$  による内層が形成される。次に、該内層上に感光性樹脂が塗布されて表層が形成される。該表層が露光、現像等されてパターン化される。次に、該表層のパターンをマスクとしてエッチング処理により前記内層がパターンニングされる。次に、該内層のパターンをマスクとしてエッチング処理により前記最内層がパターンニングされる。その結果、高アスペクト比の三層レジストパターンが得られる。そして、この三層レジストパターンをマスクとしてエッチング処理により前記基板上の下地金属層がパターンニングされ、所望の配線パターンが形成される。この三層レジスト法においては、比較的厚く形成した前記最内層上に前記表層としての感光性樹脂層のパターンニングを行うため、該パターンニングの際に前記基板上の段差の影響を受けることがなく、寸法変動なしに高アスペクト比の微細パターンを形成できる。

## 【0004】

ところで、従来における前記三層レジスト法においては、前記内層として透明材料を用いていたため、前記表層のパターンニングの際、前記表層側から入射され前記最内層により反射される反射率が高く、該最内層により反射される反射光の干渉の影響で前記表層のパターンニングを安定にかつ精細に行うことができないという問題がある。

したがって、このような問題がなく、安定にかつ精細にしかも簡便に前記表層の微細パターンニングを行うことができ、高アスペクト比の微細パターンを形成可能なパターンの形成方法の提供が望まれているのが現状である。

## 【0005】

## 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、従来における問題を解決し、以下の目的を達成することを課題とする。即ち、本発明は、安定にかつ精細にしかも簡便に前記表層の微細パターンニングを行うことができ、高アスペクト比の微細パターンを形成可能なパターンの形成方法、及び該パターンの形成方法を用いた半導体装置の製造方法を提供することを目的とする。

## 【0006】

## 【課題を解決するための手段】

本発明のパターンの形成方法の第一の態様は、基板上に形成したパターン形成用積層膜を用いたパターンの形成方法であって、（A）該パターン形成用積層膜が内層及び表層を有してなり、該パターン形成用積層膜下の層の消光係数  $k$  が 0.3 以上であり、前記内層の消光係数  $k$  が 0.12 以上であること、又は、（B）該パターン形成用積層膜が最内層、内層及び表層を有してなり、前記最内層の消光係数  $k$  が 0.3 以上であり、前記内層の消光係数  $k$  が 0.12 以上であることを特徴とする。該第一の態様においては、前記最内層がない場合には前記パターン形成用積層膜下の層が、前記最内層がある場合には該最内層が、光吸収性であり、前記内層も光吸収性であり低反射性であるため、表層のパターンニングのために用いた露光光の該最内層と該内層との界面又は該内層と該パターン形成用積層膜下の層との界面における反射が効果的に抑制され、反射光の多重干渉も生じない。このため、前記内層の厚みの変動による前記表層の線幅のバラツキの増大が抑制される。その結果、安定にかつ精細にしかも簡便に前記表層が微細にパターンニングされ、高アスペクト比の微細パターンが形成される。

## 【0007】

本発明のパターンの形成方法の第二の形態は、基板上に形成したパターン形成用積層膜を用いたパターンの形成方法であって、（A）該パターン形成用積層膜が内層及び表層を有してなり、該パターン形成用積層膜下の層の消光係数  $k$  が 0.3 未満であり、前記内層の消光係数  $k$  が 0.18 以上であること、又は、（B）該パターン形成用積層膜が最内層、内層及び表層を有してなり、前記最内層の消光係数  $k$  が 0.3 未満であり、前記内層の消光係数  $k$  が 0.18 以上であるこ



とを特徴とする。該第二の態様においては、前記最内層がない場合には前記パターン形成用積層膜下の層が、前記最内層がある場合には該最内層が、光透過性であるが、前記内層が光吸収性であり低反射性であるため、表層のパターニングのために用いた露光光の該最内層と該内層との界面又は該内層と該パターン形成用積層膜下の層との界面における反射が効果的に抑制され、反射光の多重干渉も生じない。このため、前記内層の厚みの変動による前記表層の線幅のバラツキの増大が抑制される。その結果、安定にかつ精細にしかも簡便に前記表層が微細にパターニングされ、高アスペクト比の微細パターンが形成される。

## 【 0 0 0 8 】

本発明のパターンの形成方法の第三の形態は、基板上に形成したパターン形成用積層膜を用いたパターンの形成方法であって、該パターン形成用積層膜が内層及び表層を有してなり又は最内層、内層及び表層を有してなり、該内層が下記式で表されるポリシロキサン化合物で形成され、該式における置換基 R が光吸収性基であることを特徴とする。該第三の態様においては、前記内層が光吸収性であり低反射性であるため、表層のパターニングのために用いた露光光の該最内層と該内層との界面又は該内層と該パターン形成用積層膜下の層との界面における反射が効果的に抑制され、反射光の多重干渉も生じない。このため、前記内層の厚みの変動による前記表層の線幅のバラツキの増大が抑制される。その結果、安定にかつ精細にしかも簡便に前記表層が微細にパターニングされ、高アスペクト比の微細パターンが形成される。

## 【 0 0 0 9 】

本発明の半導体装置の製造方法は、本発明のパターンの形成方法によりパターンを形成することを少なくとも含むことを特徴とする。該半導体装置の製造方法においては、前記内層が光吸収性であり低反射性であるため、表層のパターニングのために用いた露光光の該最内層と該内層との界面又は該内層と該パターン形成用積層膜下の層との界面における反射が効果的に抑制され、反射光の多重干渉も生じない。このため、前記内層の厚みの変動による前記表層の線幅のバラツキの増大が抑制される。その結果、安定にかつ精細にしかも簡便に前記表層が微細にパターニングされ、高アスペクト比の微細パターンが形成される。該微細パタ

ーンを用いて微細な配線等が加工可能であり、高品質の半導体装置が製造される。

#### 【 0 0 1 0 】

##### 【発明の実施の形態】

本発明のパターンの形成方法は、基板上に形成したパターン形成用積層膜を用いたパターンの形成方法であり、以下の第一の形態乃至第三の形態が好適に挙げられる。なお、前記パターン形成用積層膜は、内層及び表層を有してなる2層構造であってもよいし、最内層、内層及び表層を有してなる3層構造であってもよい。

#### 【 0 0 1 1 】

前記第一の形態は、前記パターン形成用積層膜が前記3層構造である場合には前記最内層の消光係数 $k$ が0.3以上であり、又は前記パターン形成用積層膜が前記2層構造である場合には該パターン形成用積層膜下の層の消光係数 $k$ が0.3以上であり、かつ前記内層の消光係数 $k$ が0.12以上である形態である。

#### 【 0 0 1 2 】

前記第二の形態は、前記パターン形成用積層膜が前記3層構造である場合には前記最内層の消光係数 $k$ が0.3未満であり、又は前記パターン形成用積層膜が前記2層構造である場合には該パターン形成用積層膜下の層の消光係数 $k$ が0.3未満であり、前記内層の消光係数 $k$ が0.18以上である形態である。

#### 【 0 0 1 3 】

前記第三の形態は、前記内層を形成する材料が下記式で表されるポリシロキサン化合物であり、該式における置換基 $R$ が光吸収性基であることが必要である形態である。

#### 【 0 0 1 4 】

前記パターン形成用積層膜における前記表層の材料としては、フォトリソグラフィによりパターンニング可能であれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、光露光により現像可能な感光性樹脂などが好適に挙げられる。前記感光性樹脂としては、例えば、レジスト材料として一般的に使用されているものが挙げられるが、これらの中でも、微細パターン形成の観点からは、A

r F レジスト、K r F レジスト、I 線レジストなどが好ましく、A r F レジストが特に好ましい。

## 【 0 0 1 5 】

前記表層の厚みとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、0. 0 5 ~ 5. 0  $\mu$  m が好ましく、0. 1 ~ 2. 0  $\mu$  m がより好ましく、0. 1 5 ~ 1. 5  $\mu$  m が特に好ましい。

## 【 0 0 1 6 】

前記表層の形成法としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、塗布法などが好適に挙げられる。該塗布法の場合、前記表層の材料を溶剤に溶解させてと塗布液を調製した後、該塗布液を前記内層上に塗布し、適宜バーク処理等を行って硬化させることにより前記表層を前記内層上に形成することができる。

## 【 0 0 1 7 】

前記表層のパターニングは、フォトリソグラフィーにより行うことができ、このとき、該表層を露光させる露光光としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、該表層の材料がA r F レジストである場合にはA r F レーザー光（波長1 9 3 n m）、該表層の材料がK r F レジストである場合にはK r F レーザー光（波長2 4 8 n m）、該表層の材料がI 線レジストである場合にはI 線（波長3 6 5 n m）が好適に挙げられる。また、このとき用いるマスクパターンとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。前記露光の後に行う現像処理としては、特に制限はなく、公知の方法の中から適宜選択することができる。

## 【 0 0 1 8 】

前記パターン形成用積層膜における前記内層の材料としては、前記第一の形態及び前記第二の形態の場合には、エッチング処理が可能である限り特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、光吸収性の材料が好ましく、光吸収性基を有するポリシロキサン化合物がより好ましく、下記式で表されるポリシロキサン化合物が特に好ましい。また、前記第三の形態の場合には、下記式で表されるポリシロキサン化合物であることが必要である。

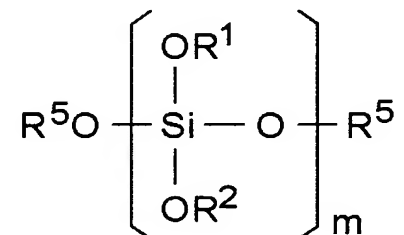
## 【0019】

なお、前記光吸収性の材料としては、例えば、芳香族性化合物などが挙げられる。

前記光吸収性基としては、光を吸収することができれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、波長190nm以上の光を吸収することができるものが好ましく、波長190～250nmの光を吸収することができるものがより好ましい。これらの例としては、芳香族基（芳香族化合物を含有してなる基を含む）などが挙げられ、具体的には、（4-ヒドロキシフェニル）メチル基などが好適に挙げられる。

## 【0020】

## 【化2】



## 【0021】

前記式中、 $\text{R}^1$  及び  $\text{R}^2$  は、水素原子又は光吸収性基を表し、一分子中、全部が該光吸収性基であってもよいし、一部が該光吸収性基であってもよい。 $\text{R}^5$  は、水素原子又は置換基を表す。 $m$  は、重合度を表す。なお、前記光吸収性基としては、上述のものが挙げられ、芳香族基（芳香族化合物を含有してなる基を含む）から選択されるのが好ましい。

## 【0022】

前記パターン形成用積層膜における前記内層の消光係数  $k$  としては、前記第一の形態の場合には、0.12以上であることが必要であり、0.12～0.28が好ましい。また、前記第二の形態の場合には、0.18以上であることが必要であり、0.28～0.45が好ましい。また、前記第三の形態の場合には、前記最内層又は前記パターン形成用積層膜下の層の消光係数  $k$  の値に応じて適宜選択することができるが、前記最内層又は前記パターン形成用積層膜下の層の消光

係数  $k$  が 0.3 以上であるときは 0.12 以上が好ましく、0.12 ~ 0.28 がより好ましく、前記最内層又は前記パターン形成用積層膜下の層の消光係数  $k$  が 0.3 未満であるときは 0.18 以上が好ましく、0.28 ~ 0.45 がより好ましい。

#### 【0023】

なお、前記パターン形成用積層膜における前記内層の消光係数  $k$  は、例えば、分光エリプソメーターによる光学定数の測定により調べることができる。

#### 【0024】

①前記第一の形態の場合において前記内層の消光係数  $k$  が 0.12 未満であると、また、②前記第二の形態の場合において前記内層の消光係数  $k$  が 0.18 未満であると、また、③第三の形態の場合において前記最内層又は前記パターン形成用積層膜下の層の消光係数  $k$  が 0.3 以上であるときに前記内層の消光係数  $k$  が 0.12 未満であると、あるいは、前記最内層又は前記パターン形成用積層膜下の層の消光係数  $k$  が 0.3 未満であるときに前記内層の消光係数  $k$  が 0.18 未満であると、それぞれ、該内層の厚みに関係なく反射率を低く維持することができず、前記表層を光露光・現像してパターンニングして微細パターンを形成する際に、該内層による露光光の多重干渉を効果的に抑制できず、パターン精度を向上させることができないことがある。一方、前記第一の形態乃至前記第三の形態の各場合において、前記内層の消光係数  $k$  が前記好ましい数値範囲内にあると、該内層の厚みに関係なく反射率を低く維持することができ、前記表層を光露光・現像してパターンニングして微細パターンを形成する際に、該内層による露光光の多重干渉を効果的に抑制でき、パターン精度を向上させることができる点で有利である。

#### 【0025】

なお、前記内層の消光係数  $k$  の値は、波長 190 nm 以上の入射光に対する値であり、好ましくは波長 190 ~ 250 nm の入射光に対する値である。なお、入射光の波長が 190 nm 未満であると、前記内層の消光係数  $k$  の値を性格に測定することが困難なことがある。

前記入射光としては、波長が 190 ~ 250 nm であるものが好ましく、具体

的にはA r Fレーザー光（波長193 nm）、K r Fレーザー光（波長248 nm）が好適に挙げられ、微細パターン形成の観点からは、これらの中でもA r Fレーザー光（波長193 nm）が特に好ましい。

#### 【0026】

前記内層の厚みとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、前記第一の形態の場合には0.08～0.12  $\mu$ mが好ましい。また、前記第二の形態の場合には0.08～0.10  $\mu$ mが好ましい。また、前記第三の形態の場合には、前記最内層又は前記パターン形成用積層膜下の層の消光係数kの値に応じて適宜選択することができ、前記最内層又は前記パターン形成用積層膜下の層の消光係数kが0.3以上であるときは0.08～0.12  $\mu$ mが好ましく、前記最内層又は前記パターン形成用積層膜下の層の消光係数kが0.3未満であるときは0.08～0.10  $\mu$ mが好ましい。

#### 【0027】

前記第一の形態の場合において前記内層の厚みが0.08～0.12  $\mu$ m以外であると、また、前記第二の形態の場合において前記内層の厚みが0.08～0.10  $\mu$ m以外であると、また、第三の形態の場合において前記最内層又は前記パターン形成用積層膜下の層の消光係数kが0.3以上であるときに前記内層の厚みが0.08～0.12  $\mu$ m以外であると、あるいは、前記最内層の消光係数kが0.3未満であるときに前記内層の厚みが0.08～0.10  $\mu$ m以外であると、それぞれ、該内層の厚みに関係なく反射率を低く維持することができず、前記表層を光露光・現像してパターンニングして微細パターンを形成する際に、該内層による露光光の多重干渉を効果的に抑制できず、パターン精度を向上させることができないことがある。一方、前記第一の形態乃至前記第三の形態の各場合において、前記内層の厚みが前記好ましい数値範囲内にあると、該内層の厚みに関係なく反射率を低く維持することができ、前記表層を光露光・現像してパターンニングして微細パターンを形成する際に、該内層による露光光の多重干渉を効果的に抑制でき、パターン精度を向上させることができる点で有利である。

#### 【0028】

前記内層の光反射率としては、2.0%以下であるのが好ましく、1.0%以

下であるのがより好ましく、0.7%以下であるのが特に好ましい。

なお、前記内層の光反射率は、例えば、各層の光学定数をもとに光強度シミュレーションを行うことにより測定することができる。

【0029】

前記内層の光反射率が前記好ましい数値範囲内にあると、該内層の厚みに関係なく反射率を低く維持することができ、前記表層を光露光・現像してパターンニングして微細パターンを形成する際に、該内層による露光光の多重干渉を効果的に抑制でき、パターン精度を向上させることができる点で有利である。

【0030】

前記内層の厚みに対する光反射率変化( $\%/\mu\text{m}$ )としては、50以下であるのが好ましく、30以下であるのがより好ましい。

前記内層の光反射率が前記好ましい数値範囲内にあると、該内層の厚みに関係なく反射率を低く維持することができ、前記表層を光露光・現像してパターンニングして微細パターンを形成する際に、該内層による露光光の多重干渉を効果的に抑制でき、パターン精度を向上させることができる点で有利である。

【0031】

前記内層の形成法としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、塗布法などが好適に挙げられる。該塗布法の場合、前記内層の材料を溶剤に溶解させてと塗布液を調製した後、該塗布液を前記最内層上に塗布し、適宜ベーク処理等を行って硬化させることにより前記内層を前記最内層上又は前記パターン形成用積層膜下の層上に形成することができる。

【0032】

前記内層のパターニングは、エッチングにより行うことができる。

前記エッチングの際に用いるガスとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、 $\text{CF}_4$ ガスなどが好適に挙げられる。また、エッチングの際の温度、圧力等の条件については、特に制限はなく、公知の条件の中から適宜選択することができる。

【0033】

前記パターン形成用積層膜における前記最内層としては、特に制限はなく、目

的に応じて適宜選択することができるが、前記内層のエッチング処理の際に用いるエッチングガスではエッチングされず、他のエッチングガスでエッチング可能な材料が好ましく、酸素プラズマでエッチング可能な材料で形成されているのがより好ましい。該最内層の材料の具体例としては、公知のレジスト材料などが挙げられる。

なお、本発明は、該最内層を設けた場合（トリレベル）のみならず、該最内層を設けない場合（バイレベル）にも適用可能である。

#### 【 0 0 3 4 】

前記最内層の厚みとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、 $0.05 \sim 5.0 \mu\text{m}$ が好ましく、 $0.1 \sim 2.0 \mu\text{m}$ がより好ましく、 $0.15 \sim 1.5 \mu\text{m}$ が特に好ましい。

#### 【 0 0 3 5 】

前記最内層の形成法としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、塗布法などが好適に挙げられる。該塗布法の場合、前記最内層の材料を溶剤に溶解させて塗布液を調製した後、該塗布液を基板上に塗布し、適宜バーク処理等を行って硬化させることにより前記最内層を前記基板上に形成することができる。

#### 【 0 0 3 6 】

前記最内層のパターニングは、エッチングにより行うことができる。

前記エッチングの際に用いるガスとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、酸素プラズマガスなどが好適に挙げられる。また、エッチングの際の温度、圧力等の条件については、特に制限はなく、公知の条件の中から適宜選択することができる。

#### 【 0 0 3 7 】

本発明のパターンの形成方法においては、図 1 に示すように、まず、パターン形成用積層膜を形成する。

即ち、基板（大きな段差を有する）上の下地金属層上に最内層用塗布液が塗布・硬化されて最内層が形成される。そして、該基板上における段差が該最内層により平坦化される（図 1 における上から 1 つ目の矢印の下）。なお、該最内層用



塗布液は、該最内層の材料を溶剤に溶解させた溶液である。次に、該最内層上に、内層用塗布液が塗布・硬化されて内層が形成される（図 1 における上から 2 つ目の矢印の下）。なお、該内層用塗布液は、該内層の材料を溶剤に溶解させた溶液である。次に、該内層上に表層用塗布液が塗布・硬化されて表層が形成される（図 1 における上から 3 つ目の矢印の下）。なお、該表層用塗布液は、該表層の材料を溶剤に溶解させた溶液である。以上により、3 層構造のパターン形成用積層膜が形成される。

## 【 0 0 3 8 】

本発明のパターンの形成方法においては、図 1 に示すように、次に、前記表層のパターニングを行う。即ち、該表層に A r F エキシマーレーザー光等を用いて露光、現像等を行って、微細パターンを形成する（図 1 における上から 4 つ目の矢印の下）。このとき、前記内層は低反射性であるため、表層のパターニングのために用いた露光光の該最内層と該内層との界面における反射が効果的に抑制され、図 2 に示すように、反射光の多重干渉も生じない（該内層の厚みによって反射光が強められたり、弱められたりしない）。このため、前記内層の厚みの変動による前記表層の線幅のバラツキの増大が抑制される。その結果、安定にかつ精細にしかも簡便に前記表層が微細にパターニングされる。

## 【 0 0 3 9 】

一方、前記内層が従来におけるように低反射性でないと、例えば、該内層の反射率が 0 である場合には、図 3 に示すように、反射率が 0. 4 である場合に比し、前記最内層と前記内層との界面において反射光の多重干渉が生じてしまい、前記内層の厚みの変動による前記表層の線幅のバラツキが増大してしまう。なお、この多重干渉が生ずると、図 4 に示すように、前記内層の厚みにより前記反射光が強められたり、弱められたりする。

## 【 0 0 4 0 】

次に、パターニングされた該表層を用いて前記内層をエッチングし、該内層のパターニングを行う（図 1 における上から 5 つ目の矢印の下）。次に、パターニングされた該内層を用いて前記最内層をエッチングし、該最内層のパターニングを行う（図 1 における上から 6 つ目の矢印の下）。その結果、高アスペクト比の

三層レジストパターンが得られる（図 1 における上から 6 つ目の矢印の下）。

【 0 0 4 1 】

本発明のパターンの形成方法においては、次に、この三層レジストパターンをマスクとしてエッチング処理を行って、前記基板上の下地金属層のパターニングを行う。その結果、所望の配線パターンが形成される。

【 0 0 4 2 】

本発明のパターンの形成方法は、各種分野において用いることができ、半導体装置等の製造に好適に用いることができ、半導体集積回路（IC）の製造に特に好適に用いることができる。

本発明の半導体装置の製造方法は、本発明のパターンの形成方法によりパターンを形成することを少なくとも含むことを特徴とする。該半導体装置の製造方法においては、高アスペクト比の微細パターンが形成され、該微細パターンを用いることにより、微細な配線等が加工可能であり、高品質の半導体集積回路（IC）等の半導体装置を製造することができる。

【 0 0 4 3 】

【実施例】

以下、本発明の実施例を説明するが、本発明は、これらの実施例に何ら限定されるものではない。

【 0 0 4 4 】

（内層の反射率シミュレーション 1 - 最内層が光吸収性有の場合 - ）

最内層のレジスト材料を、屈折率  $n = 1.4$ 、消光係数  $k = 0.72$ （光吸収性有）、厚み  $t = 0.50$ 、と設定した。内層の材料を、屈折率  $n = 1.57$ 、消光係数  $k = 0.25$ 、厚み  $t = 0.11$ 、と設定した。表層のレジスト材料を、屈折率  $n = 1.73$ 、消光係数  $k = 0.022$ 、厚み  $t = 0.30$ 、と設定した。そして、該内層における消光係数  $k$  と厚み  $t$  とをパラメーターとして、反射率をシミュレーションにより求めた。図 5 に示す結果の通り、消光係数  $k$  が 0.12 以上であると反射率 1 % 以下の低反射状態が得られることが判った。

【 0 0 4 5 】

（内層の反射率シミュレーション 2 - 最内層が光吸収性無の場合 - ）

上記内層の反射率シミュレーション 1 において、最内層のレジスト材料の消光係数  $k$  を 0.72 (光吸収性有) から 0.0 (光吸収性無) に変えた以外は同様にして反射率をシミュレーションにより求めた。図 6 に示す結果の通り、消光係数  $k$  が 0.18 以上であると反射率 1 % 以下の低反射状態が得られることが判った。

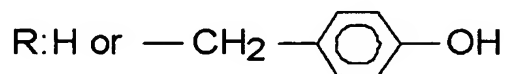
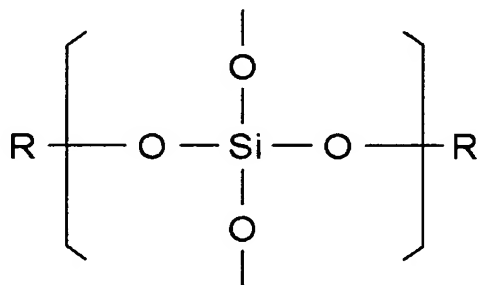
## 【 0 0 4 6 】

## (実施例 1)

被加工基板上に最内層用レジスト (住友化学社製 ; P F I - 3 7 M) を厚みが 300 nm になるように塗布した後、200℃で60秒間ベーク処理を行い、最内層を形成した。なお、該最内層の消光係数  $k$  は 0.7 であった。次に、該最内層上に、内層用塗布液を厚が 85 nm となるように塗布し、200℃で60秒間ベーク処理を行い、前記最内層上に内層を形成した。なお、前記内層用塗布液は、下記式で表されるポリシロキサン化合物をメチルアミルケトン (M A K) に溶解させた溶液である。

## 【 0 0 4 7 】

## 【化 3】



\* 本実施例では H : Ph = 6 : 4

## 【 0 0 4 8 】

次に、前記内層上に表層用レジスト (住友化学社製 ; P A R 7 0 0) を厚みが

300 nmになるように塗布した後、130℃で60秒間ベーク処理を行い、前記内層上に表層を形成した。以上により、3層構造のパターン形成用積層膜を形成した。

次に、前記表層にArFエキシマーレーザー光（193 nm）を用いて露光を行い、露光後ベーク処理を行い、現像を行って、直径150 nmのコンタクトホールを形成した。次に、CF<sub>4</sub> ガスを用いて前記内層をエッチングし、該内層のパターニングを行った後、O<sub>2</sub> プラズマガスを用いて前記最内層をエッチングし、該最内層のパターニングを行い、図7に示すような精細なパターンが形成された。

【0049】

（実施例2）

【0050】

実施例1において、最内層用レジスト（住友化学社製；PFI-37M）をアダマンチルメタクリレート、4，4-ジアジドカルコンに代え、溶剤としてプロピレングリコールモノメチルアセテート（PGMEA）を用い、最内層の消光係数kを0.7から0.1に代えた以外は、実施例1と同様にしたところ、実施例1と同様の精細なホールパターンが形成できた。

実施例1及び2より、図8に示すように、内層が、前記式で表されるポリオルガノシロキサン化合物（光吸収性基を有する）を用いて形成された場合、該内層が光吸収性で低反射性となり、この場合、該内層が、光吸収性基を有しないポリオルガノシロキサン（透明SOG）を用いて形成された場合に比し、パターニング精度が向上し厚みのバラツキが小さくなった（寸法均一性が向上した）ことが明らかである。

また、前記式で表されるポリオルガノシロキサン化合物（光吸収性基を有する）は、光吸収性基を有しないポリオルガノシロキサン（透明SOG）に比し、反応部位が光吸収ユニットでキャッピングされているために反応不活性であり、その結果、図9に示すように、該内層は保存安定性に優れることが明らかである。

【0051】

ここで、本発明の好ましい態様を付記すると、以下の通りである。

(付記 1) 基板上に形成したパターン形成用積層膜を用いたパターンの形成方法であって、該パターン形成用積層膜が内層及び表層を有してなり、該パターン形成用積層膜下の層の消光係数  $k$  が 0.3 以上であり、前記内層の消光係数  $k$  が 0.12 以上であることを特徴とするパターンの形成方法。

(付記 2) 基板上に形成したパターン形成用積層膜を用いたパターンの形成方法であって、該パターン形成用積層膜が最内層、内層及び表層を有してなり、前記最内層の消光係数  $k$  が 0.3 以上であり、前記内層の消光係数  $k$  が 0.12 以上であることを特徴とするパターンの形成方法。

(付記 3) 内層の消光係数  $k$  が 0.12 ~ 0.28 である付記 1 又は 2 に記載のパターンの形成方法。

(付記 4) 内層の厚みが 0.08 ~ 0.12  $\mu\text{m}$  である付記 1 から 3 のいずれかに記載のパターンの形成方法。

(付記 5) 基板上に形成したパターン形成用積層膜を用いたパターンの形成方法であって、該パターン形成用積層膜が内層及び表層を有してなり、該パターン形成用積層膜下の層の消光係数  $k$  が 0.3 未満であり、前記内層の消光係数  $k$  が 0.18 以上であることを特徴とするパターンの形成方法。

(付記 6) 基板上に形成したパターン形成用積層膜を用いたパターンの形成方法であって、該パターン形成用積層膜が最内層、内層及び表層を有してなり、前記最内層の消光係数  $k$  が 0.3 未満であり、前記内層の消光係数  $k$  が 0.18 以上であることを特徴とするパターンの形成方法。

(付記 7) 内層の消光係数  $k$  が 0.28 ~ 0.45 である付記 5 又は 6 に記載のパターンの形成方法。

(付記 8) 内層の厚みが 0.08 ~ 0.10  $\mu\text{m}$  である付記 5 から 7 のいずれかに記載のパターンの形成方法。

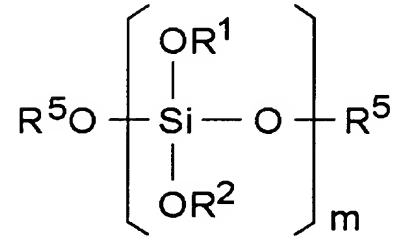
(付記 9) 内層の消光係数  $k$  が、波長 190 ~ 250 nm の入射光に対する値である付記 1 から 8 のいずれかに記載のパターンの形成方法。

(付記 10) 波長 190 ~ 250 nm の入射光が、ArF レーザー光である付記 9 に記載のパターンの形成方法。

(付記 11) 基板上に形成したパターン形成用積層膜を用いたパターンの形成

方法であって、該パターン形成用積層膜が内層及び表層を有してなり、該内層が下記式で表されるポリシロキサン化合物で形成されたことを特徴とするパターンの形成方法。

【化 4】



前記式中、 $\text{R}^1$  及び  $\text{R}^2$  は、水素原子又は光吸収性基を表し、一分子中、全部が該光吸収性基であってもよいし、一部が該光吸収性基であってもよい。 $\text{R}^5$  は、水素原子又は置換基を表す。 $m$  は、重合度を表す。

（付記 1 2） 内層が最内層を含む 2 層構造である付記 1 1 に記載のパターンの形成方法。

（付記 1 3） 光吸収性基が芳香族基から選択される付記 1 1 又は 1 2 に記載のパターンの形成方法。

（付記 1 4） 表層が A r F レジストで形成された付記 1 から 1 3 のいずれかに記載のパターンの形成方法。

（付記 1 5） 内層の光反射率が 2. 0 % 以下である付記 1 から 1 4 のいずれかに記載のパターンの形成方法。

（付記 1 6） 内層の厚みに対する光反射率変化（% /  $\mu\text{m}$ ）が 5 0 以下である付記 1 から 1 5 のいずれかに記載のパターンの形成方法。

（付記 1 7） 付記 1 から 1 6 のいずれかに記載のパターンの形成方法によりパターンを形成することを少なくとも含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【 0 0 5 2】

【発明の効果】

本発明によると、従来における問題を解決することができ、安定にかつ精細にしかも簡便に前記表層の微細パターンニングを行うことができ、高アスペクト比の

微細パターンを形成可能なパターンの形成方法、及び半導体装置の製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

図 1 は、本発明のパターンの形成方法における工程を説明するための図である。

【図 2】

図 2 は、表層から入射した露光光の内層と最内層との界面における反射光の干渉がほとんど観られない状態を説明するための概念図である。

【図 3】

図 3 は、内層の厚みと反射率との関係を示すグラフであって、反射率が 0 の場合には反射率が 0.4 の場合に比し多重干渉が観られることを示すグラフである。

【図 4】

図 4 は、表層から入射した露光光の内層と最内層との界面における反射光の干渉が観られる状態を説明するための概念図である。

【図 5】

図 5 は、最内層が光吸収性がある場合における、内層の消光係数  $k$  と厚みとの関係を示す図である。

【図 6】

図 6 は、最内層が光吸収性がない場合における、内層の消光係数  $k$  と厚みとの関係を示す図である。

【図 7】

図 7 は、最内層のエッチング処理が終了した後（トリレベル加工後）の基板の概略断面図である。

【図 8】

図 8 は、内層が低反射性である場合とそうでない場合とで線幅のバラツキを比較したデータのグラフである。

【図 9】

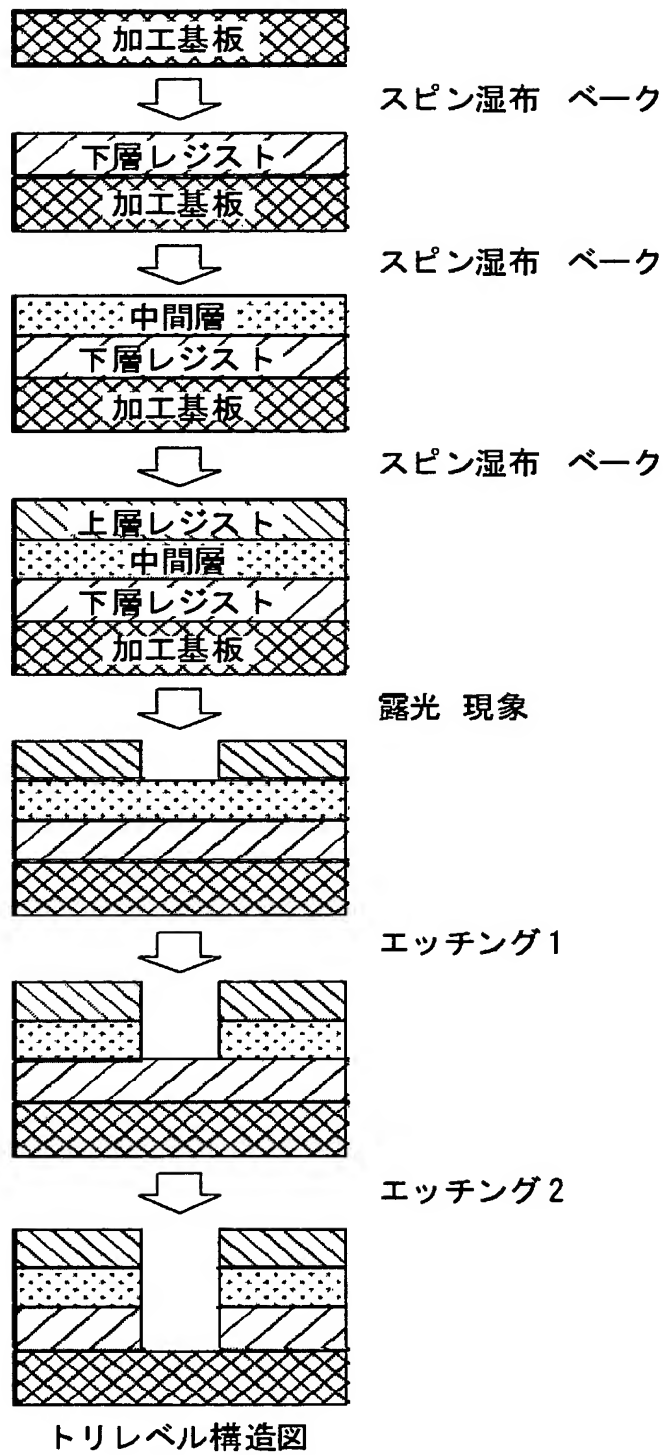
図 9 は、内層が低反射性である場合とそうでない場合とで内層の保存安定性を比較したデータのグラフである。



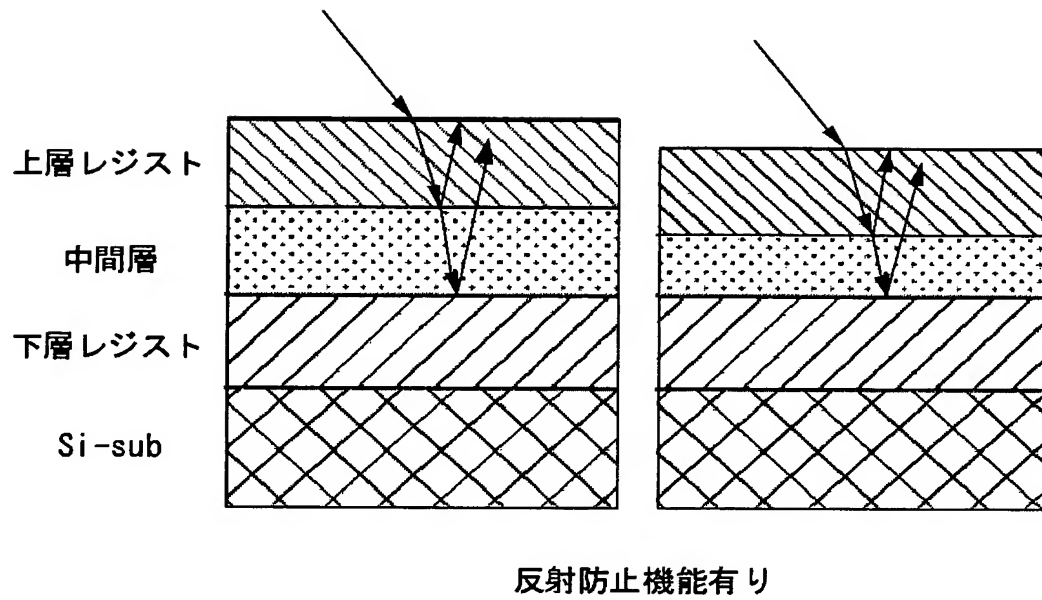
【書類名】

図面

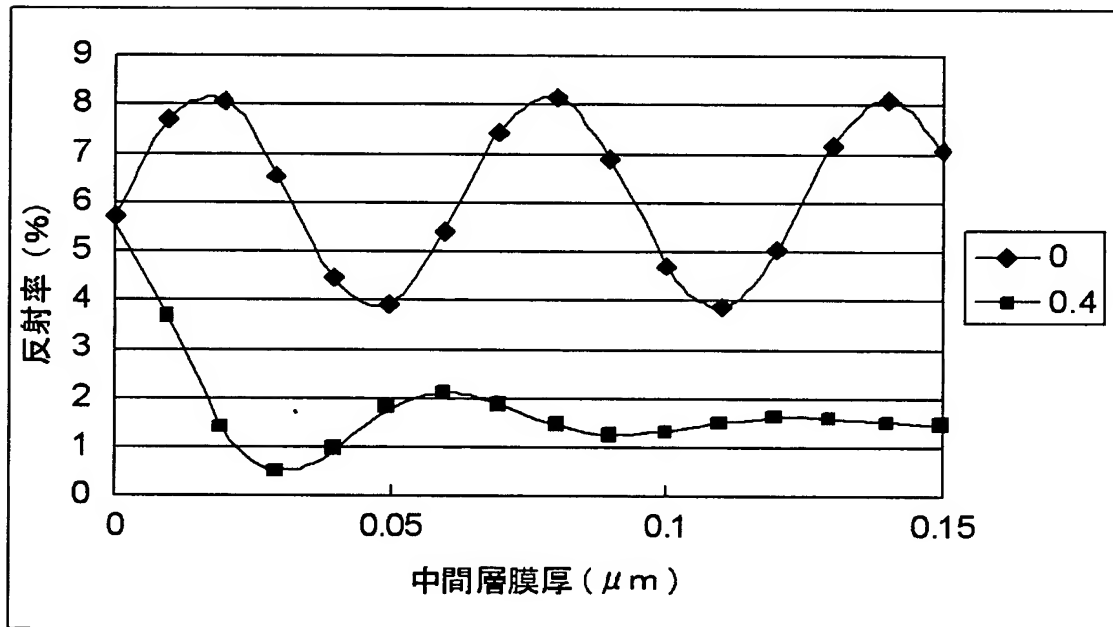
【図 1】



【図 2】

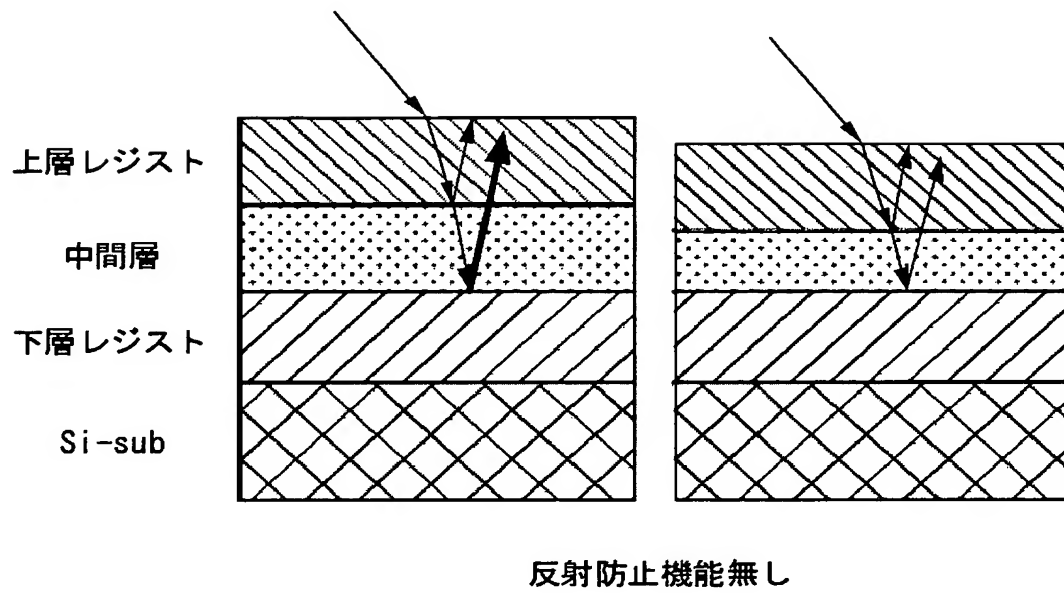


【図 3】

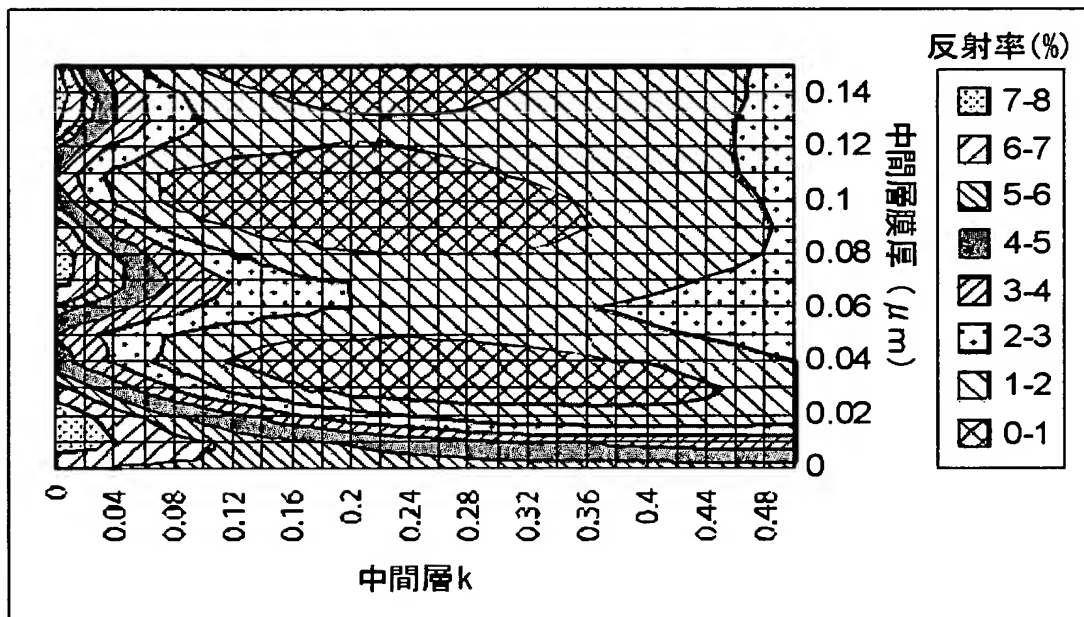


中間層に光吸収がある場合と無い場合の反射率比較 (k=0 or 0.4)

【図 4】

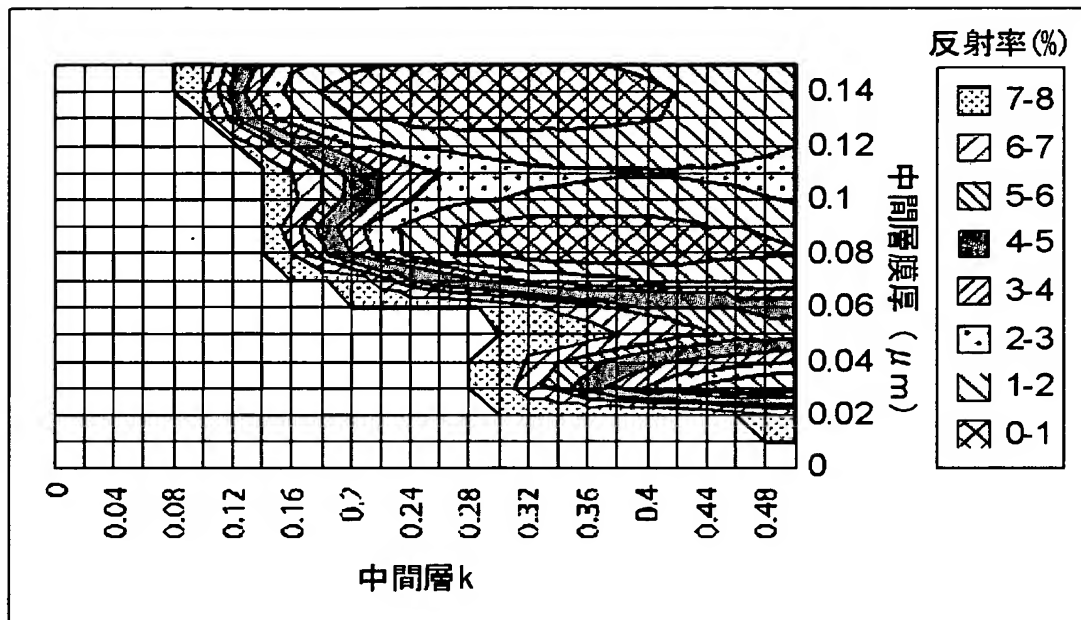


【図 5】



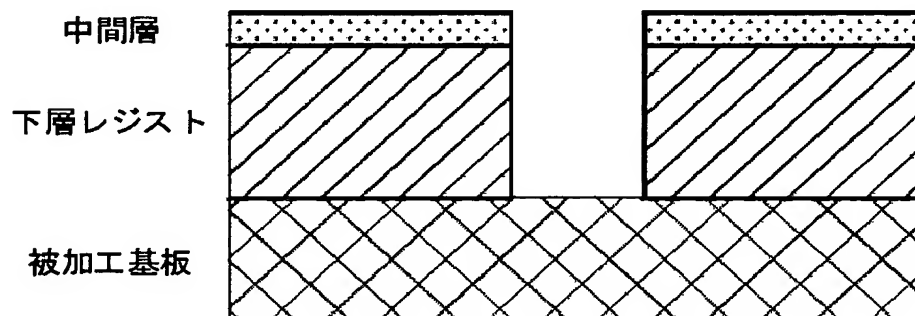
下層レジストに光吸収がある場合の反射シミュレーション結果

【図 6】



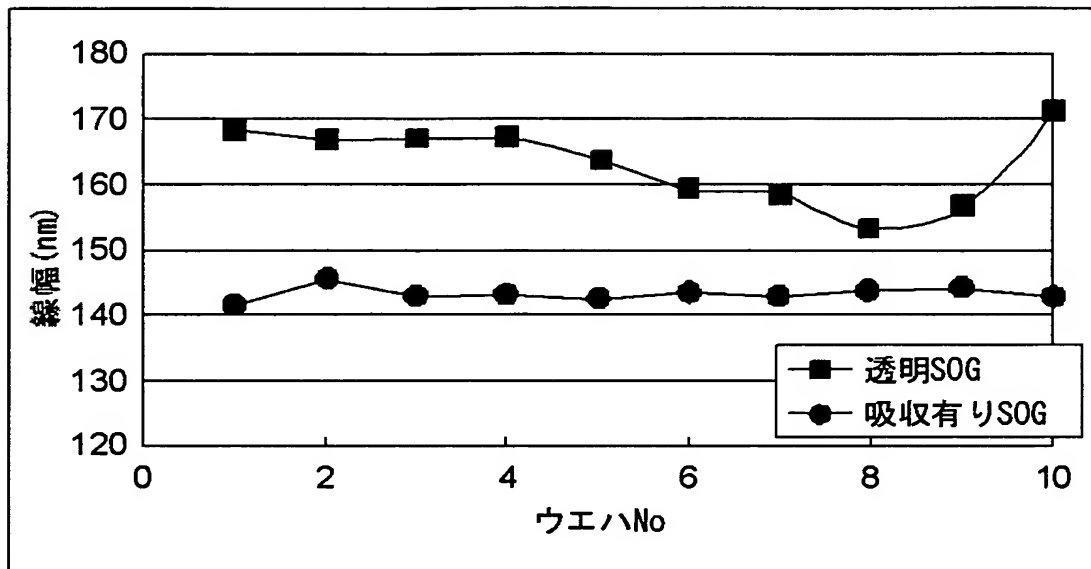
下層レジストに光吸収が無い場合の反射シミュレーション結果

【図 7】



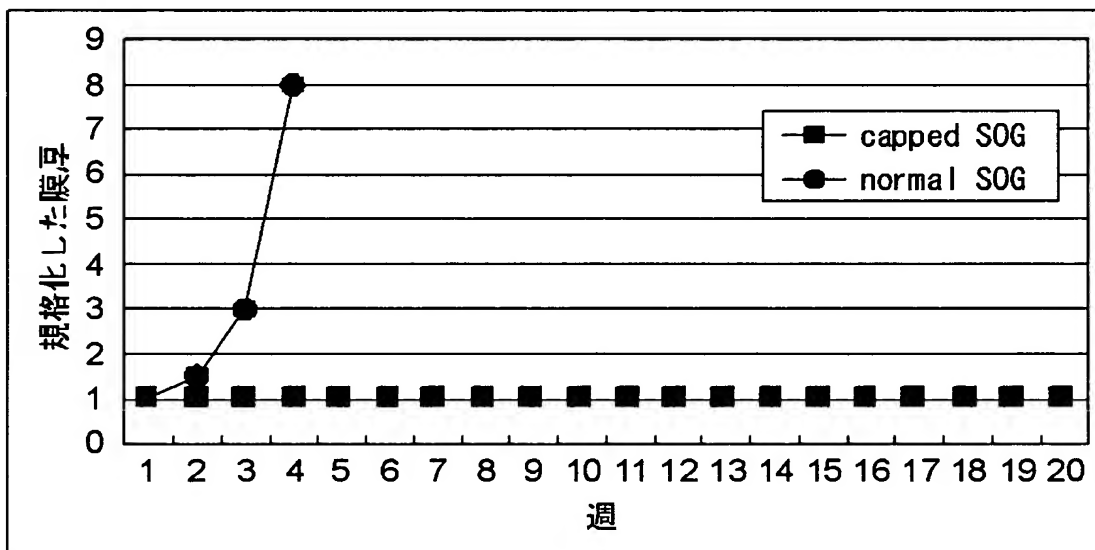
トリレベル加工後断面形状

【図 8】



寸法ばらつき改善データ

【図 9】



保存安定性の向上データ

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 安定にかつ精細にしかも簡便に前記表層の微細パターンニングを行うことができ、高アスペクト比の微細パターンを形成可能なパターンの形成方法等を提供する。

【解決手段】 基板上に形成したパターン形成用積層膜を用いたパターンの形成方法であって、（A）パターン形成用積層膜が内層及び表層を有し、パターン形成用積層膜下の層の消光係数  $k$  が 0.3 以上で内層の消光係数  $k$  が 0.12 以上である、（B）パターン形成用積層膜が最内層、内層及び表層を有し、最内層の消光係数  $k$  が 0.3 以上で内層の消光係数  $k$  が 0.12 以上である、（C）パターン形成用積層膜が内層及び表層を有し、パターン形成用積層膜下の層の消光係数  $k$  が 0.3 未満で内層の消光係数  $k$  が 0.18 以上である、又は（D）パターン形成用積層膜が最内層、内層及び表層を有し、最内層の消光係数  $k$  が 0.3 未満で内層の消光係数  $k$  が 0.18 以上であるパターンの形成方法である。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

氏 名 富士通株式会社